

ДВА ПОДХОДА К УЧЁТУ ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Имеется два подхода, позволяющих на базе решений, полученных в рамках теории упругости, для деформируемых элементов конструкции учитывать диссипативные свойства в материале. В частности имеется возможность моделировать внутреннее вязкое трение (модель Кельвина–Фойхта) и гистерезисное трение (модель Бока–Шлиппе–Колара).

Первый подход базируется на использовании дифференциальных операторов, позволяющих учитывать вязкоупругое поведение элементов конструкций [1]. После учета внутреннего трения Кельвина–Фойхта, имеющего коэффициент трения η , в операторе сил упругости появляется слагаемое, пропорциональное скорости перемещения. В модели гистерезисного трения Бока–Шлиппе–Колара в операторе гистерезисного трения вместо производной по времени используется производная по фазовому углу для каждой формы собственных колебаний. В итоге задача сводится к модификации аналитических соотношений для соответствующих ядер интегралов и круговых частот, которые могут быть найдены из решения характеристических уравнений, записанных для различных моделей трения.

Второй подход использует сглаживающие линейные интегральные операторы и может быть применен для любых решений, полученных в рамках теории упругости, которые представлены в виде интегралов Дюамеля типа свёртки с ядрами Коши. Сглаживающие интегральные операторы позволяют рассчитывать эти ядра для измененных коэффициентов трения, а также восстанавливать «упругую» составляющую решения, возмущенную внутренним трением. Исследованы алгебраические свойства этих операторов. Так как при расчетах интегралов выполняется дискретизация, то можно воспользоваться предложенной в работе модификацией ядер согласно процедуре, построенной на основе теоремы Эфроса, используемой в операционном исчислении при выполнении обратного преобразования Лапласа для сложных функций [2]. Укажем, что модификация исходных дискретных ядер осуществляется за счет их умножения на специальным образом полученные матрицы.

Приведены примеры расчетов для поперечных колебаний пластины в вязкоупругой постановке, а именно прогибов и деформаций упругой и вязкоупругой пластины, а также получены ядра интегралов свёртки для упругого решения и с учетом диссипации (учетом внутреннего вязкого и гистерезисного трения в материале пластины).

Литература

1. Василенко Н.В. Теория колебаний. – К.: "Вища школа", 1992. – 430с.
2. Интегральные преобразования и операционное исчисление /В.А. Диткин, А.П. Прудников / Государственное издательство физико-математической литературы. М. – 1961, 524 с.